

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
13. März 2003 (13.03.2003)

PCT

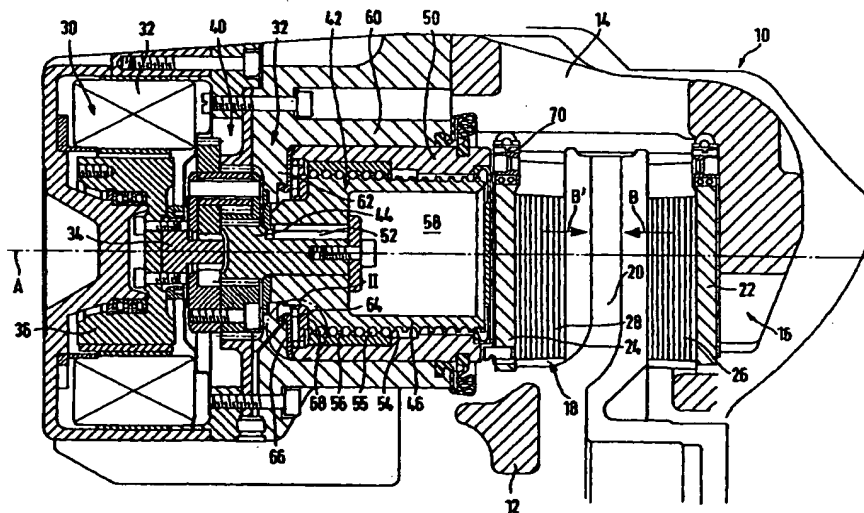
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 03/020563 A1**

- (51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: B60T 13/74, (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von  
F16D 55/22 US): LUCAS AUTOMOTIVE GMBH [DE/DE]; Carl-  
Spaeter-Strasse 8, 56070 Koblenz (DE).
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP02/09562
- (22) Internationales Anmeldedatum: (72) Erfinder; und  
27. August 2002 (27.08.2002) (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): BEUERLE, Christoph  
[DE/DE]; Südallee 71, 56068 Koblenz (DE). DANNE, Ul-  
rich [DE/DE]; Koblenz-Olper Strasse 127, 56170 Bendorf  
(DE). GILLES, Leo [DE/DE]; Kreisstrasse 14a, 56077  
Koblenz (DE).
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität: (74) Anwalt: RÖTHINGER, Rainer; Wuesthoff &  
101 42 644.5 31. August 2001 (31.08.2001) DE Wuesthoff, Schweigerstrasse 2, 81541 München (DE).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: MOTOR-OPERATED DISC BRAKE

(54) Bezeichnung: MOTORBETÄTIGBARE SCHEIBENBREMSE



(57) Abstract: A disc brake (10) is disclosed. The disc brake (10) comprises two brake pads (16, 18), which may be pressed onto both sides of a brake disc (20), for the generation of a clamping force, a translation device (42), which may be coupled to a motor (30) and which translates a drive movement of the motor (30) into an operating movement for operating at least one of the both brake pads (16, 18) and a support device (62) to take a reaction force, introduced into the translation device (42) on generation of the clamping force. At least one force sensor is arranged between the translation device (42) and the support device (62) for recording at least a part of the reaction force. The at least one force sensor can have a planar construction.

(57) Zusammenfassung: Es wird eine Scheibenbremse (10) beschrieben. Die Scheibenbremse (10) umfasst zwei zur Erzeugung einer Klemmkraft beidseits an eine Bremsscheibe (20) anpressbare Bremsbacken (16, 18), eine mit einem Motor (30) koppelbare Umsetzeinrichtung (42), welche

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



(81) Bestimmungsstaaten (*national*): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (*regional*): ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT,

SE, SK, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Veröffentlicht:**

- mit internationalem Recherchenbericht
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

---

eine Antriebsbewegung des Motors (30) in eine Betätigungsbewegung zur Betätigung mindestens einer der beiden Bremsbacken (16, 18) umsetzt, sowie eine Abstützeinrichtung (62) zur Aufnahme einer bei Erzeugung der Klemmkraft in die Umsetzeinrichtung (42) eingeleiteten Reaktionskraft. Zwischen der Umsetzeinrichtung (42) und der Abstützeinrichtung (62) ist mindestens ein Kraftsensor zur Erfassung wenigstens eines Teils der Reaktionskraft angeordnet. Der mindestens eine Kraftsensor kann eine planare Bauform besitzen.

## Motorbetätigbare Scheibenbremse

Die Erfindung betrifft eine Scheibenbremse mit zwei zur Erzeugung einer Klemmkraft  
5 beidseits an eine Bremsscheibe anpressbaren Bremsbacken, einer mit einem Motor  
koppelbaren Umsetzeinrichtung, welche eine Antriebsbewegung des Motors in eine  
Betätigungsbewegung zur Betätigung mindestens einer der Bremsbacken umsetzt,  
und einer Abstützeinrichtung zur Aufnahme einer bei Erzeugung der Klemmkraft in  
die Umsetzeinrichtung eingeleiteten Reaktionskraft.

10 Eine solche Scheibenbremse ist aus der WO88/04741 bekannt. Die bei dieser Schei-  
benbremse im Rahmen eines Bremsvorgangs auftretenden Kräfte lassen sich in  
Klemmkraft (auch Axialkraft, Querkraft oder Normalkraft genannt) und Umfangskraft  
(auch Reibkraft genannt) unterteilen. Als Klemmkraft wird diejenige Kraftkomponente  
15 bezeichnet, welche von einer Bremsbacke senkrecht zur Ebene der Bremsscheibe in  
die Bremsscheibe eingeleitet wird. Unter der Umfangskraft hingegen versteht man  
diejenige Kraftkomponente, welche aufgrund der Bremsreibung zwischen einem  
Reibbelag der Bremsbacke und der Bremsscheibe in Umfangsrichtung der Brems-  
scheibe auf die Bremsbacke wirkt. Durch Multiplikation der Umfangskraft mit dem  
20 Abstand des Angriffspunkts der Umfangskraft von der Drehachse der Räder lässt sich  
das Bremsmoment ermitteln.

Bei der aus der WO88/04741 bekannten Scheibenbremse wird die Klemmkraft von  
einem Elektromotor erzeugt. Die Rotationsbewegung einer Motorwelle wird zunächst  
25 mittels eines Planetengetriebes untersetzt und anschließend mittels einer Umsetzein-  
richtung in Gestalt einer Mutter-Spindel-Anordnung in eine Translationbewegung  
umgesetzt. Ein der Umsetzeinrichtung funktionell nachgeschalteter Kolben überträgt  
die Translationbewegung auf eine der beiden Bremsbacken. Da die Scheibenbremse  
als Schwimmsattel-Scheibenbremse ausgestaltet ist, wird in bekannter Weise auch  
30 die nicht unmittelbar mit dem Kolben zusammenwirkende Bremsbacke gegen die  
Bremsscheibe angepresst.

Zukünftige Bremsanlagen erfordern für Steuer- und Regelzwecke eine exakte Erfas-  
sung der bei einem Bremsvorgang auftretenden Kräfte. Es ist daher üblich, Schei-  
35 benbremsen mit einem oder mehreren Kraftsensoren zu bestücken und diese  
Kraftsensoren mit Steuer- und Regelschaltkreisen zu koppeln.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Scheibenbremse anzugeben, welche einen im Hinblick auf Steuer- und Regelzwecke optimierten Aufbau besitzt.

Diese Aufgabe wird ausgehend von einer Scheibenbremse der eingangs genannten Art erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass zwischen der Umsetzeinrichtung und der Abstützeinrichtung mindestens ein Kraftsensor, welcher vorzugsweise eine planare Bauform besitzt, zur Erfassung wenigstens eines Teils der Reaktionskraft angeordnet ist. Die erfindungsgemäße Anordnung des mindestens einen Kraftsensors ist vorteilhaft im Hinblick auf eine exakte und zumindest weitestgehend umfangskraftentkoppelte Ermittlung der Klemmkraft. Außerdem ist der mindestens eine Kraftsensor nicht den hohen Temperaturen im Bereich der Bremsbacken ausgesetzt.

Gemäß dem Aspekt der planaren Bauform ist die Abmessung des Kraftsensors entlang derjenigen Achse, entlang welcher die Reaktionskraft auf den Kraftsensor wirkt, geringer als die Abmessungen des Kraftsensors senkrecht zu dieser Achse. Derartige Anforderungen erfüllen typischerweise Kraftsensoren in Schichtbauweise. So kann der Kraftsensor beispielsweise ein planares Substrat sowie eine auf das planare Substrat aufgebrachte, piezoresistive Schicht besitzen. Die piezoresistive Schicht ist vorteilhafterweise mittels eines Epitaxieverfahrens hergestellt und z.B. mittels Bondens auf das planare Substrat aufgebracht. Erfindungsgemäß können jedoch auch anderweitig ausgestaltete Piezo-Kraftsensoren sowie auf anderen physikalischen Messprinzipien beruhende Kraftsensoren zum Einsatz gelangen.

Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung umfasst die Scheibenbremse eine Mehrzahl von Kraftsensoren, welche derart verteilt angeordnet sind, dass eine gemittelte Erfassung der Reaktionskraft erfolgen kann. Aufgrund der hohen, bei einem Bremsvorgang auftretenden Kräfte und der daraus resultierenden Deformation einzelner Komponenten der Scheibenbremse, beispielsweise eines Bremssattels, wird die Reaktionskraft nämlich in der Regel unsymmetrisch in die Abstützeinrichtung eingeleitet. Wenn in diesem Fall die in die Abstützeinrichtung eingeleitete Reaktionskraft an mehreren, voneinander beabstandeten Positionen gemessen wird, lässt sich eine Mehrzahl von Messwerten generieren, die einen exakten Rückschluss auf die tatsächlich auftretende Klemmkraft gestattet. Im einfachsten Fall erfolgt der Rückschluss auf die tatsächliche Klemmkraft durch Mittelung der einzelnen, gemessenen Reaktionskraftwerte.

Zur Erfassung der Reaktionskraft an unterschiedlichen Positionen können zwei oder mehr Kraftsensoren vorgesehen werden, welche beabstandet voneinander und in einer zu einer Längsachse der Scheibenbremse senkrechten Ebene angeordnet sind. Eine derartige, koplanare Anordnung planarer Kraftsensoren gestattet eine besonders einfache Ermittlung der tatsächlich auftretenden Klemmkraft. Vorzugsweise umfasst die Scheibenbremse mindestens vier Kraftsensoren, welche derart angeordnet sind, dass zwei bezüglich der Längsachse der Scheibenbremse in Umfangsrichtung benachbarte Kraftsensoren einen Winkelabstand in der Größenordnung von  $90^\circ$  oder weniger bezüglich dieser Längsachse besitzen.

Die Abstützeinrichtung zur Aufnahme der Reaktionskraft ist zweckmäßigerweise starr mit einem Gehäuse der Scheibenbremse gekoppelt. So kann die Abstützeinrichtung beispielsweise ein separates, innerhalb des Gehäuses der Scheibenbremse befestigtes Bauteil sein. Es kann jedoch auch daran gedacht werden, die Abstützeinrichtung beispielsweise in Gestalt einer Stufe einstückig mit dem Gehäuse der Scheibenbremse auszubilden. In diesem Fall kann der mindestens eine Kraftsensor auf die Stufe aufgebracht oder ganz oder teilweise in die Stufe integriert sein.

Der mindestens eine Kraftsensor kann jedoch auch an oder in einem separaten Kraftsensor-Träger angeordnet sein. Dieser Träger, welcher eine kreisringförmige Form aufweisen kann, ist zweckmäßigerweise zwischen der Umsetzeinrichtung und der Abstützeinrichtung angeordnet.

Zusätzlich oder anstatt des Trägers kann zwischen der Umsetzeinrichtung und der Abstützeinrichtung ein Lager für die Umsetzeinrichtung angeordnet sein. Sofern ein Lager für die Umsetzeinrichtung vorhanden ist, kann der mindestens eine Kraftsensor auch im Bereich dieses Lagers angeordnet werden. So ist es denkbar, den Kraftsensor in oder auf einer Komponente des Lagers zu befestigen.

Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung ist die Umsetzeinrichtung derart ausgestaltet, dass sie eine rotatorische Antriebsbewegung des Motors in eine translatorische Betätigungsbewegung zur Betätigung mindestens einer der Bremsbacken umsetzt. In diesem Fall kann die Abstützeinrichtung, gegebenenfalls über ein Lager, mit einer in eine Rotationsbewegung versetzbaren Komponente der Umsetzeinrichtung zusammenwirken. Wenn die Umsetzeinrichtung beispielsweise eine Mutter-Spindel-Anordnung umfasst, kann die Abstützeinrichtung mit einer rotierenden Mutter (bei translatorisch bewegbarer Spindel) oder einer rotierenden Spindel

(bei translatorisch bewegbarer Mutter) zusammenwirken. Vorzugsweise ist die Spindel der Mutter-Spindel-Anordnung in eine Rotationsbewegung versetzbar und gegenüber der Reaktionskraft an einer Stufe des Scheibenbrensengehäuses abgestützt.

Die Erfindung besitzt eine Vielzahl möglicher Anwendungsgebiete. Die erfindungsgemäßen Vorteile kommen bei einer mit der erfindungsgemäßen Scheibenbremse ausgestatteten elektromotorischen Fahrzeugbremsanlage besonders ausgeprägt zur Geltung.

Mehrere Ausführungsbeispiele einer erfindungsgemäßen Scheibenbremse werden nachfolgend unter Bezugnahme auf die beigelegten, schematischen Zeichnungen näher erläutert. Es zeigt:

Fig. 1 eine Schnittansicht einer erfindungsgemäßen Scheibenbremse;

Fig. 2A - 2C je einen vergrößerten Ausschnitt der Scheibenbremse gemäß Fig. 1 mit an unterschiedlichen Stellen angeordnetem Kraftsensor;

Fig. 3 eine Aufsicht auf eine Abstützeinrichtung mit montiertem Trägerring für vier Kraftsensoren gemäß Fig. 2C; und

Fig. 4 einen vergrößerten Ausschnitt der Abstützeinrichtung gemäß Fig. 3.

In Fig. 1 ist ein Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Schwimmsattel-Scheibenbremse 10 mit einem bezüglich eines Bremsträgers 12 verschleiblichen Schwimmsattel 14 dargestellt. Die Scheibenbremse 10 umfasst zwei Bremsscheiben 16, 18, welche beidseits an eine Bremsscheibe 20 anpressbar sind. Jede der beiden Bremsbacken 16, 18 besitzt eine Trägerplatte 22, 24 und einen auf der Trägerplatte 22, 24 angeordneten Reibbelag 26, 28. Mittels des Reibbelags 26, 28 wirkt jede der beiden Bremsbacken 16, 18 mit der Bremsscheibe 20 zusammen. Während des Zusammenwirkens der Bremsbacken 16, 18 mit der Bremsscheibe 20 wird eine entlang der Pfeile B, B' wirkende Klemmkraft erzeugt.

Zur Erzeugung der Klemmkraft ist ein Elektromotor 30 vorgesehen, welcher eine Motorwicklung 32 und einen mit einer Motorwelle 34 starr gekoppelten Rotor 36 umfasst. Die Motorwelle 34 ist mit der Eingangsseite eines Untersetzungsgetriebes

40 verbunden, dessen Ausgangsseite mit einer Umsetzeinrichtung 42 zum Umsetzen einer Rotationsbewegung des Elektromotors 30 in eine Translationsbewegung gekoppelt ist. Die Umsetzeinrichtung 42 ist als Spindel-Mutter-Anordnung ausgestaltet und umfasst eine zweiteilige Spindeleinheit 44, 46 sowie eine coaxial zur Spindel-

5 einheit 44, 46 und radial außen bezüglich dieser angeordnete Mutter 50. Die zweiteilige Spindeleinheit setzt sich aus einem ersten, stangenförmigen Spindel-

10 element 44 und einem zweiten, drehfest mit dem stangenförmigen Spindel-

element 44 gekoppelten, becherförmigen Spindel-

element 46 zusammen. Die Spindeleinheit 44, 46 kann auch von einem einzigen Bauteil gebildet sein. In diesem Fall sind das stangenförmige Spindel-

15 element 44 und das becherförmige Spindel-

element 46 einstückig ausgestaltet.

Das stangenförmige Spindel-

20 element 44 ist mit seinem den Bremsbacken 16, 18 abgewandten Ende mit der Ausgangsseite des Untersetzungsgetriebes 40 gekoppelt und ragt mit seinem anderen Ende in eine zylindrische Öffnung 52 im Grund des becherförmigen Spindel-

25 element 46. Die drehfeste Verbindung zwischen den beiden Spindel-

elementen 44, 46 ist mittels des Eingriffs von im Bereich der Öffnung 52 ausgebildeten Rippen des becherförmigen Spindel-

element 46 in korrespondierende Nuten des stangenförmigen Spindel-

30 element 44 gewährleistet.

Abweichend von Fig. 1 kann das Spindel-

35 element 44 der Umsetzeinrichtung 42 auch mittels einer Bogenverzahnung an das Untersetzungsgetriebe 40 bzw. den Elektromotor 30 gekoppelt sein. Durch die Bogenverzahnung besteht dann nicht nur eine drehfeste Verbindung, sondern das Spindel-

element 44 ist um die Längsachse A in einem bestimmten Winkelbereich bewegbar, so dass Querkräfte kompensiert werden, die während der Rotationsbewegung der Spindel-

40 einheit 44, 46 auftreten und die Ermittlung der tatsächlichen Klemmkraft nachteilig beeinflussen können.

Die Umsetzeinrichtung 42 ist derart ausgebildet, dass eine Rotation der Spindel-

45 einheit 44, 46 um eine Längsachse A der Scheibenbremse 10 in eine Translationsbewegung der Mutter 50 entlang dieser Längsachse A umgesetzt wird. Zu diesem Zweck ist das becherförmige Spindel-

element 46 mit einem Außengewinde 54 versehen, welches mittels einer Vielzahl von Kugelementen 55 mit einem komplementären Innengewinde 56 der Mutter 50 zusammenwirkt.

Die Umsetzeinrichtung 42 ist in einer zentralen Öffnung 58 eines Gehäuses 60 der Scheibenbremse 10 aufgenommen. Die Öffnung 58 wird von einer Innendurchmes-

serverringung des Gehäuses 60 in Gestalt einer Stufe 62 begrenzt. Wie weiter unten näher erläutert wird, fungiert die Stufe 62 als Abstützeinrichtung zur Aufnahme einer in die Umsetzeinrichtung 42 eingeleiteten Reaktionskraft.

Ein mehrkomponentiges Lager 64 ist zwischen einer den Bremsbacken 16, 18 zugewandten Stirnseite der Stufe 62 und einer dem Elektromotor 30 zugewandten Stirnseite 68 des becherförmigen Spindelements 46 angeordnet. Das Lager 64 gewährleistet eine Stabilisierung der Rotationsbewegung der Spindeleinheit 44, 46 insbesondere dann, wenn eine Rückwirkkraft in die Spindeleinheit 44, 46 eingeleitet wird.

Nachfolgend wird die Funktionsweise der in Fig. 1 dargestellten Scheibenbremse 10 näher erläutert.

Wird ausgehend von der in Fig. 1 dargestellten Ruhestellung der Scheibenbremse 10 zur Erzeugung einer Klemmkraft der Elektromotor 30 in Betrieb genommen, überträgt das Untersetzungsgewinde 40 eine Rotationsbewegung der Motorwelle 34 auf die Spindeleinheit 44, 46. Die Rotationsrichtung der Spindeleinheit 44, 46 ist derart gewählt, dass die mit der Spindeleinheit 44, 46 zusammenwirkende Mutter 50 in Fig. 1 nach rechts bewegt wird. Dabei gelangt die den Bremsbacken 16, 18 zugewandte Stirnseite 70 der Mutter 50 in Anlage an die dem Reibbelag 28 abgewandte Oberfläche der Trägerplatte 24 der Bremsbacke 18. Die Bremsbacke 18 wird daraufhin von der Translationbewegung der Mutter 50 erfasst und in Richtung des Pfeils B' an die Bremsscheibe 20 angepresst. Aufgrund der konstruktiven Ausgestaltung der Scheibenbremse 10 als Schwimmsattelscheibenbremse wird infolge des Anpressens der Bremsbacke 18 an die Bremsscheibe 20 auch die gegenüberliegende Bremsbacke 16 in Richtung des Pfeils B an die Bremsscheibe 20 angepresst. Auf diese Weise wird die in Richtung der Pfeile B, B' wirkende Klemmkraft erzeugt.

Gemäß dem physikalischen Grundprinzip  $actio = reactio$  wirkt bei der Erzeugung der Klemmkraft eine Reaktionskraft auf die Mutter 50, welche von der Mutter 50 in das becherförmige Spindelement 46 und von dem becherförmigen Spindelement 46 über das Lager 64 in die als Abstützeinrichtung fungierende Stufe 62, also in das Gehäuse 60 der Scheibenbremse 10 eingeleitet wird.

Zum Abschalten oder Reduzieren der Klemmkraft wird der Elektromotor 30 derart angesteuert, dass die Motorwelle 34 und daher auch die Spindeleinheit 44, 46 ihre

Rotationsrichtung ändert. Infolge der Umkehr der Rotationsrichtung wird die Mutter 50 in Fig. 1 nach links bewegt, wodurch sich die von den Bremsbacken 16, 18 erzeugte Klemmkraft reduziert.

In Fig. 2A ist eine Ausschnittsvergrößerung II der Scheibenbremse 10 gemäß Fig. 1 dargestellt. Die Ausschnittsvergrößerung zeigt den Aufbau des zwischen einer Stirnseite 66 der Stufe 62 und einer gegenüberliegenden Stirnseite 68 des becherförmigen Spindelements 46 angeordneten Lagers 64. Das Lager 64 umfasst eine Mehrzahl von Wälzrollen 74, welche zwischen zwei kreisringförmigen Halterungen 76, 78 angeordnet sind. Die erste Halterung 76 besitzt einen im Wesentlichen Z-förmigen Querschnitt und liegt an der Stirnseite 66 der Stufe 62 an. Die zweite Halterung 78 besitzt einen im Wesentlichen L-förmigen Querschnitt und liegt an der Stirnseite 68 des becherförmigen Spindelements 46 an. Zwischen den beiden Halterungen 76, 78 sind die Wälzlager 74 unverlierbar aufgenommen.

Ein planarer Kraftsensor 80 ist in die Stirnseite 66 der Stufe 62, d.h. in das Gehäuse 60 der Scheibenbremse 10 integriert und somit funktionell zwischen der als Abstützeinrichtung fungierenden Stufe 62 und der becherförmigen Spindeleinheit 46 der Umsetzeinrichtung angeordnet. Eine Reaktionskraft, welche in Richtung des Pfeils C von dem becherförmigen Spindelement 46 über dessen Stirnseite 68 in das Lager 64 eingeleitet wird, wird von einer der Stufe 62 zugewandten Stirnseite der Halterung 76 in den Kraftsensor 80 weitergeleitet und kann von diesem erfasst werden. Ein Sensorsignal des Kraftsensors 80 wird mittels einer in Fig. 2A nicht dargestellten, flexiblen Leiterbahn Steuer- und Regelschaltkreisen zugeführt. Die flexible Leiterbahn verläuft durch eine im Gehäuse 60 ausgebildete Bohrung 82.

Bei dem planaren Kraftsensor 80 handelt es sich um einen Piezo-Sensor. Genauer gesagt besteht der Kraftsensor 80 aus einem planaren Substrat aus Borsilikatglas, auf welchem mittels eines herkömmlichen Bondingverfahrens eine monokristalline piezoresistive Schicht befestigt ist. Die piezoresistive Schicht wurde mittels eines Epitaxiverfahrens abgeschieden und mittels eines reaktiven Ionenätzschritts strukturiert (Fig. 4).

In den Fign. 2B und 2C sind weitere Ausführungsbeispiele betreffend die Anordnung eines Kraftsensors 80 dargestellt. Bei dem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 2B ist der Kraftsensor 80 nicht in das Gehäuse 60 der Scheibenbremse integriert, sondern in die Halterung 76, d.h. in eine Komponente des Lagers 64. Wie sich aus Fig. 2B

ergibt, ist der Kraftsensor 80 auf einer der Stirnseite 66 des Gehäuses 60 zugewandten Stirnseite der Halterung 76 angeordnet.

Gemäß dem in Fig. 2C dargestellten Ausführungsbeispiel ist ein separater Trägerring 84 für den oder die Kraftsensoren 80 vorhanden. Der Trägerring 84 ist als separates Bauteil zwischen der Stufe 62 des Gehäuses 60 und der Halterung 76 des Lagers 64 angeordnet. Zu diesem Zweck ist in der Stirnseite 66 der Stufe 62 eine weitere Stufe 86 zur Aufnahme des Trägerrings 84 ausgebildet.

In Fig. 3 ist eine Aufsicht auf die Stirnseite 66 der Stufe 62 mit dem Trägerring 84 von Fig. 2C dargestellt. Die Aufsicht entspricht einem Blick in die Öffnung 58 des Gehäuses 60 gemäß Fig. 1 entlang des Pfeils B vor Montage des Lagers 64 und der Umsetzeinrichtung 42. Wie sich aus Fig. 3 ergibt, sind insgesamt vier Kraftsensoren 80, 80', 80'', 80''' an dem Trägerring 84 derart befestigt, dass zwei in Umfangsrichtung des Trägerrings 84 benachbarte Kraftsensoren bezüglich der Längsachse A einen Winkelabstand von genau  $90^\circ$  besitzen. Eine derartige Anordnung der Kraftsensoren 80, 80', 80'', 80''' gewährleistet selbst bei unsymmetrischer Beaufschlagung der als Abstützeinrichtung fungierenden Stufe 62 mit der Reaktionskraft eine zuverlässige Ermittlung der tatsächlichen Klemmkraft, beispielsweise durch Mittlung der vier resultierenden Sensorsignale. Wie sich aus Fig. 3 ergibt, sind die einzelnen Kraftsensoren 80, 80', 80'', 80''' beabstandet voneinander in einer zur Längsachse A senkrechten Ebene angeordnet.

Fig. 4 zeigt ein Detail IV der Ansicht gemäß Fig. 3. Fig. 4 lässt sich insbesondere der Aufbau eines einzelnen der vier in Fig. 3 dargestellten Kraftsensoren 80, 80', 80'', 80''' entnehmen. Der Kraftsensor 80''' umfasst ein planares Substrat 92 und eine nach Art einer Brücke strukturierte piezoresistive Schicht 90, welche auf dem Substrat 92 angeordnet ist. Mittels der Brückenstruktur der piezoresistiven Schicht 90 lassen sich Temperatureffekte kompensieren.

Die vorstehend beschriebene Schwimmsattelscheibenbremse gestattet eine exakte Klemmkraft-Rückschlussermittlung zum Zweck der Regelung einer elektromotorischen Fahrzeugbremsanlage und trägt insbesondere einer unsymmetrischen Kraftbeaufschlagung der Abstützeinrichtung Rechnung. Die Verwendung planarer Kraftsensoren ist vorteilhaft im Hinblick auf die konstruktive Auslegung und insbesondere die Baugröße der Scheibenbremse. Vorteilhaft ist weiterhin, dass die einzel-

nen Kraftsensoren beabstandet von den Bremsbacken und damit außerhalb von Bereichen hoher Temperaturen angeordnet sind.

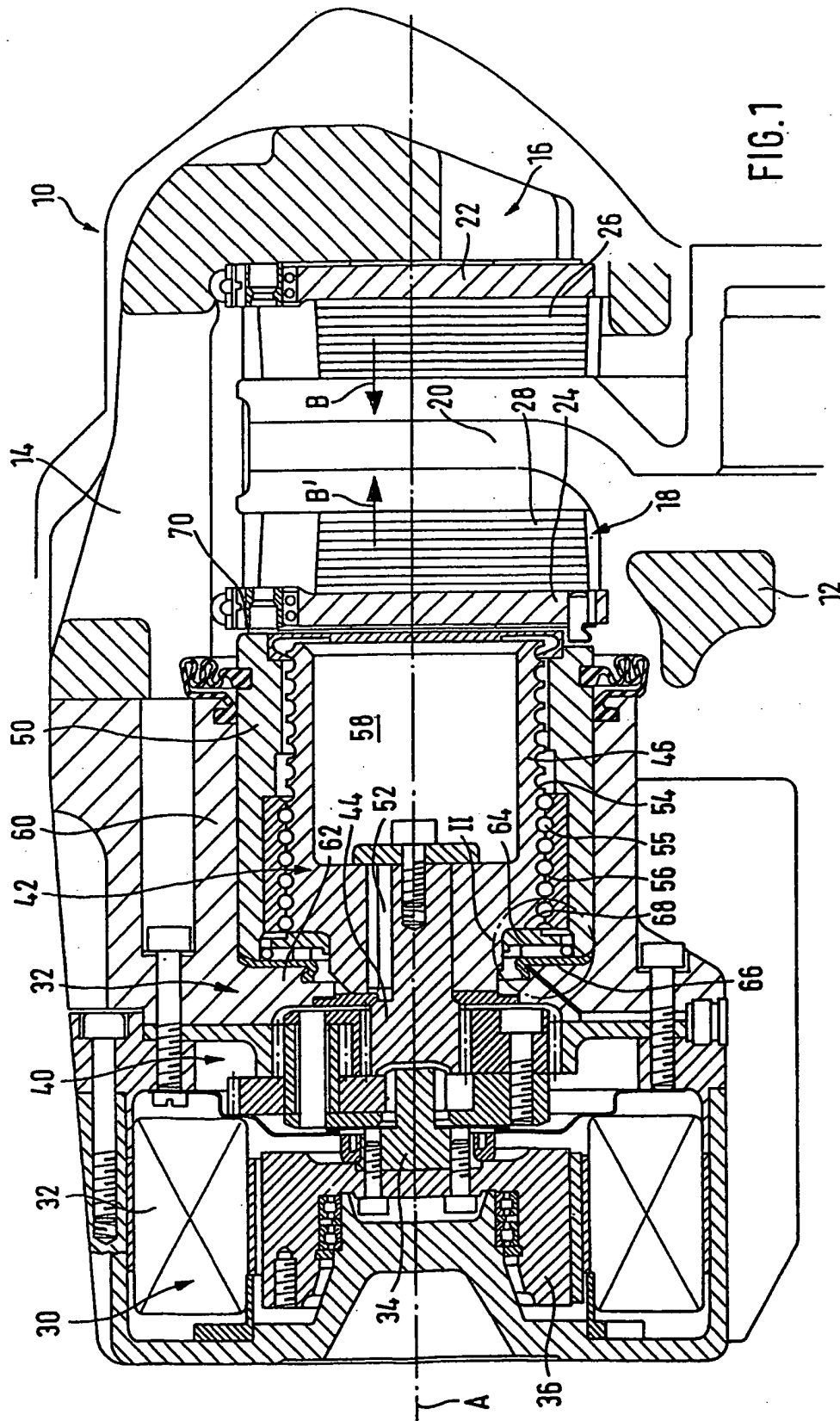
### Patentansprüche

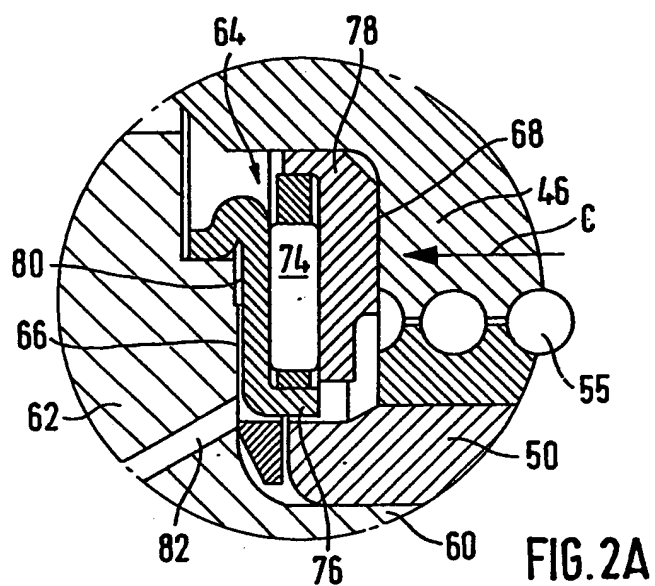
1. Scheibenbremse (10), mit
  - zwei zur Erzeugung einer Klemmkraft (B, B') beidseits an eine Bremscheibe (20) anpressbaren Bremsbacken (16, 18);
  - einer mit einem Motor (30) koppelbaren Umsetzeinrichtung (42), welche eine Antriebsbewegung des Motors (30) in eine Betätigungsbewegung zur Betätigung mindestens einer der Bremsbacken (16, 18) umsetzt; und
  - einer Abstützeinrichtung (62) zur Aufnahme einer bei Erzeugung der Klemmkraft (B, B') in die Umsetzeinrichtung (42) eingeleiteten Reaktionskraft (C),dadurch gekennzeichnet,  
dass zwischen der Umsetzeinrichtung (42) und der Abstützeinrichtung (62) mindestens ein Kraftsensor zur Erfassung wenigstens eines Teils der Reaktionskraft (C) angeordnet ist.
2. Scheibenbremse nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,  
dass der mindestens eine Kraftsensor (80) eine planare Bauform besitzt.
3. Scheibenbremse nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet,  
dass der mindestens eine Kraftsensor (80) ein Piezo-Sensor ist.

4. Scheibenbremse nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass der mindestens eine Kraftsensor (80) eine auf ein planares Substrat (92) aufgebrachte, piezoresistive Schicht (90) besitzt.
5. Scheibenbremse nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Scheibenbremse (10) zwei oder mehr Kraftsensoren (80, 80', 80'', 80''') umfasst, welche beabstandet voneinander in einer zu einer Längsachse (A) der Scheibenbremse (10) senkrechten Ebene angeordnet sind
6. Scheibenbremse nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Scheibenbremse (10) vier oder mehr Kraftsensoren (80, 80', 80'', 80''') umfasst, wobei je zwei benachbarte Kraftsensoren (80, 80', 80'', 80''') einen Winkelabstand in der Größenordnung von 90° oder weniger bezüglich der Längsachse (A) der Scheibenbremse (10) besitzen.
7. Scheibenbremse nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Abstützeinrichtung (62) starr mit einem Gehäuse (60) der Scheibenbremse (10) gekoppelt ist.
8. Scheibenbremse nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Abstützeinrichtung eine in dem Gehäuse (60) der Scheibenbremse (10) ausgebildete Stufe (62) umfasst.
9. Scheibenbremse nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass der mindestens eine Kraftsensor (80) auf die Stufe (62) aufgebracht oder zumindest teilweise in die Stufe (62) integriert ist.
10. Scheibenbremse nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen der Umsetzeinrichtung (42) und der Abstützeinrichtung (62) ein Träger (84) zur Aufnahme des mindestens einen Kraftsensors (80) angeordnet ist.

11. Scheibenbremse nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen der Umsetzeinrichtung (42) und der Abstützeinrichtung (62) ein Lager (64) angeordnet ist und der mindestens eine Kraftsensor (80) in oder auf einer Komponente (76) des Lagers (64) befestigt ist.
12. Scheibenbremse nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Umsetzeinrichtung (42) eine rotatorische Antriebsbewegung des Motors (30) in eine translatorische Betätigungsbewegung zur Betätigung mindestens einer der Bremsbacken (16, 18) umsetzt.
13. Scheibenbremse nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Abstützeinrichtung (62) mit einer in eine Rotationsbewegung versetzbaren Komponente (46) der Umsetzeinrichtung (42) zusammenwirkt.
14. Scheibenbremse nach Anspruch 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Umsetzeinrichtung (42) eine Mutter-Spindel-Anordnung (44, 46, 50) umfasst.
15. Scheibenbremse nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Spindel (46) in eine Rotationsbewegung versetzbar und gegenüber der Reaktionskraft (C) an der Stufe (60) abgestützt ist.

16. Fahrzeugbremsanlage mit einer Scheibenbremse (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 16.





**FIG. 2A**

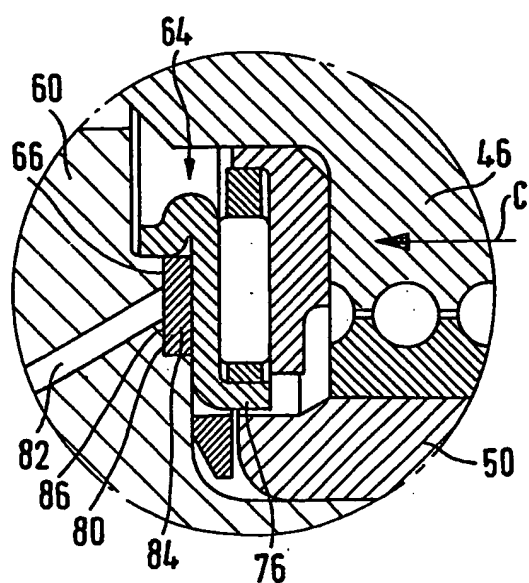


FIG. 2C

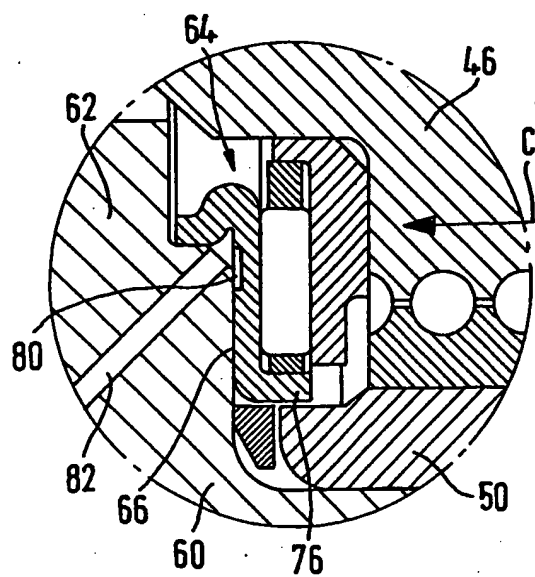
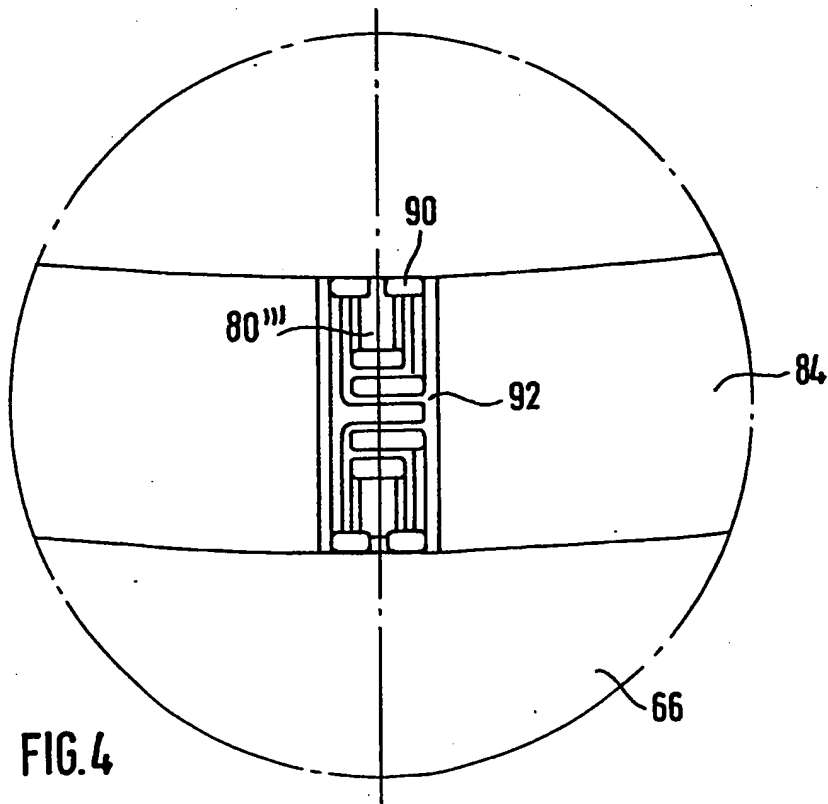
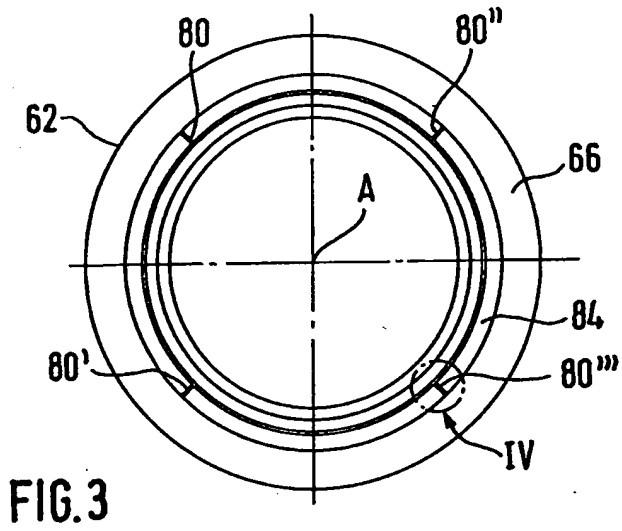


FIG. 2B



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 02/09562

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
IPC 7 B60T13/74 F16D55/224

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 B60T F16D G01L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5 915 504 A (DOERICHT MICHAEL) 29 June 1999 (1999-06-29) column 5, line 16 - line 31 column 7, line 19 - line 28; figures 2,4	1-3,7-9, 12-16
X	WO 99 45292 A (CONTINENTAL TEVES AG & CO OHG ;JUNGBECKER JOHANN (DE); RIETH PETER) 10 September 1999 (1999-09-10) page 13, paragraph 2 -page 14, paragraph 1; figure 1	1,7-10, 12-16
A	EP 0 849 576 A (SIEMENS AG) 24 June 1998 (1998-06-24) column 2, line 43 -column 3, line 26; figure 3	1

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

### \* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

18 December 2002

Date of mailing of the international search report

03/01/2003

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 81 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Van Koten, G

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 02/09562

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5915504	A	29-06-1999	DE 19629936 C1 FR 2753672 A1 GB 2315527 A ,B	20-11-1997 27-03-1998 04-02-1998
WO 9945292	A	10-09-1999	WO 9945292 A1 EP 1058795 A1 JP 2002506179 T US 6405836 B1	10-09-1999 13-12-2000 26-02-2002 18-06-2002
EP 0849576	A	24-06-1998	DE 19653427 A1 DE 59700172 D1 EP 0849576 A1 JP 3065291 B2 JP 10339675 A US 5969270 A	02-07-1998 01-07-1999 24-06-1998 17-07-2000 22-12-1998 19-10-1999

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Abkürzungen

PCT/EP 02/09562

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
IPK 7 B60T13/74 F16D55/224

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RESEARCHIERTE GEBIETE

Researchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 B60T F16D 601L

Researchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die researchierten Gebiete fallen

Während der Internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Bez. Anspruch Nr.
X	US 5 915 504 A (DOERICH MICHAEL) 29. Juni 1999 (1999-06-29) Spalte 5, Zeile 16 - Zeile 31 Spalte 7, Zeile 19 - Zeile 28; Abbildungen 2,4	1-3,7-9, 12-16
X	WO 99 45292 A (CONTINENTAL TEVES AG & CO OHG ;JUNGBECKER JOHANN (DE); RIETH PETER) 10. September 1999 (1999-09-10) Seite 13, Absatz 2 -Seite 14, Absatz 1; Abbildung 1	1,7-10, 12-16
A	EP 0 849 576 A (SIEMENS AG) 24. Juni 1998 (1998-06-24) Spalte 2, Zeile 43 -Spalte 3, Zeile 26; Abbildung 3	1

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" Früheres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweithändig erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfindnerischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfindnerischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"Z" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der Internationalen Recherche

18. Dezember 2002

Abmeldedatum des Internationalen Recherchenberichts

03/01/2003

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.O. 5618 Patentaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax. (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Beauftragter

Van Koten, G

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 02/09562

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5915504 A	29-06-1999	DE 19629936 C1	20-11-1997
		FR 2753672 A1	27-03-1998
		GB 2315527 A ,B	04-02-1998
WO 9945292 A	10-09-1999	WO 9945292 A1	10-09-1999
		EP 1058795 A1	13-12-2000
		JP 2002506179 T	26-02-2002
		US 6405836 B1	18-06-2002
EP 0849576 A	24-06-1998	DE 19653427 A1	02-07-1998
		DE 59700172 D1	01-07-1999
		EP 0849576 A1	24-06-1998
		JP 3065291 B2	17-07-2000
		JP 10339675 A	22-12-1998
		US 5969270 A	19-10-1999